

ОБ АДАПТИРОВАННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ
МЫШИНОГО ТИФА (*SALMONELLA TYPHIMURIUM*)
К ОРГАНИЗМУ БЛОХ *CERATOPHYLLUS*
CONSIMILIS WAGN.

Р. В. Гребенюк, П. А. Чиров и А. М. Кадышева

Институт биологии Академии наук Киргизской ССР, Фрунзе

В условиях индивидуального кормления блох *C. consimilis* через капилляр взвесью *S. typhimurium* установлена способность этих кровососов заражаться и длительно хранить возбудителя. Оптимальной для размножения микробов в их организме являлась доза $2 \cdot 10^4$ микробных клеток. Однако инокуляция возбудителя при кровососании на здоровых белых мышах наблюдалась лишь при массивном инфицировании $2 \cdot 10^5$ м. к., но в отдаленные от заражения сроки.

В период с 1966 по 1971 гг. нами на листерионосительство обследовалось 745 грызунов различных видов. В результате выделены один штамм листерий от ондатры, 8 — от лесных мышей, 8 — от домашних мышей и 1 — от полевки обыкновенной. Кроме листерий, у грызунов нередко обнаруживались и салмонеллы. Чаще встречались *S. typhimurium* (18 культур), но находили также *S. enteritidis* — 12 и *S. pullorum* — 1. В связи с тем что блохи являются частыми паразитами грызунов, нами предприняты попытки выяснить их роль в хранении и передаче салмонелл своим хозяевам — грызунам.

В публикациях Иоффа и Покровской (1933, 1935) и в монографии Иоффа (1941) содержатся сведения о том, что блохи заражались при питании на инфицированных *S. spermophilinus* (= *S. typhimurium*) грызунах в 66% случаев. Несмотря на интенсивное размножение микробов, спустя сутки после заражения, блохи в течение 3—4 дней постепенно освобождались от возбудителя с выделением экскрементов. Лишь две блохи хранили возбудителя 5 и 12 дней. Передачи через укус получить не удалось.

В экспериментах Эски с соавторами (Eskey and oth., 1949) крысиные блохи *Ceratophyllus fasciatus* и *Xenopsylla cheopis* воспринимали *S. enteritidis* при питании на инфицированных грызунах. Микробы размножались в организме насекомых и, накапливаясь в преджелудке, мешали его нормальной функции, что, по-видимому, и обеспечивало эффективную передачу возбудителя при кровососании на белых мышах. Аналогичные данные получены и в опытах Varela и Olarte (1946), проведенных с блохами *Pulex irritans* и *Ctenocephalides canis* при изучении возможности передачи через укус *S. enteritidis*.

Противоположные результаты получил Ващенко с соавторами (1971). В их опытах блохи *X. cheopis* при кормлении на больных животных заражались *S. enteritidis* (Gartner), но сохраняли их не более трех суток; причем передача возбудителя при питании зараженных блох на здоровых белых мышах происходила в течение суток и только в тех случаях, когда кормились большие группы блох. Однако Хрущелевской с соавторами (1972) показано, что блохи *X. cheopis*, зараженные мышинным тифом через био-

мембрану, сохраняли возбудителя около месяца и передавали его при кровососании через пять дней после заражения. Очень важная особенность была прослежена авторами при инфицировании блох *X. gerbilli minax* смешанными популяциями салмонелл и чумного микроба. Инокуляция здоровым животным микробов обоих видов за счет блока, сформированного из этих возбудителей в преджелудках блох, позволяет рассматривать последних как специфических переносчиков салмонелл.

Противоречивость приведенных данных, вероятно, связана с неодинаковыми условиями опытов, но существенной причиной может служить также правильность определения видовой принадлежности использованных штаммов салмонелл и степень их вирулентности.

Для изучения возможности участия блох *C. consimilis* в хранении возбудителя тифа грызунов нами был взят высоковирулентный штамм *S. typhimurium*, идентифицированный по схеме Кауфман—Уайта (Кауфман, 1959).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Эксперименты проводились с вирулентным (Dlm=100 м. к.) штаммом *S. typhimurium* № 2752, полученным из республиканской ветеринарной лаборатории г. Фрунзе. Блох *C. consimilis*,¹ выведшихся за 2—4 суток до заражения, инфицировали кормлением через капилляр микропипетки с использованием аппарата конструкции А. Н. Алексеева (1965) и через биомембрану по методике, описанной Алексеевым с соавторами (1967) и нами (Алексеев с соавторами, 1971; Гребенюк с соавторами, 1971; Гребенюк с соавторами, 1972).

Всего индивидуально было заражено 150 и через биомембрану 250 особей. Температура помещения, в котором содержали блох, колебалась от 23 до 32°.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В табл. 1 приведены результаты заражаемости блох и сохранения салмонелл при условии поглощения различного количества микробов. Как видно из табл. 1, введение в блоху как малых, так и больших доз микробов не сопровождалось их интенсивным отмиранием или полным выведением из организма насекомого. В течение всего срока наблюдений статистических различий в снижении числа инфицированных особей, за исключением средней дозы заражения, не отмечено. Вместе с тем при малой (сотни м. к.) и большой (сотни тыс. м. к.) дозах заражения в первые часы после введения микробов размножение бактериальной популяции задерживалось и даже несколько снижалось, и лишь через 12 часов содержание *S. typhimurium* увеличивалось (рис. 1). Особенно высокий уровень зараженности блох был отмечен на средней дозе (рис. 1, 2). Однако, спустя 24 часа после заражения, количество микробов падало значительно ниже

Т а б л и ц а 1
Заражаемость и сохранение *S. typhimurium* блохами *C. consimilis*

Доза заражения (в м. к.)	Число зараженных блох через разные интервалы					
	от 0 до 6 час.		от 12 до 48 час.		от 5 до 20 суток	
	число блох в опытах	число зараженных особей (в %)	число блох в опытах	число зараженных особей (в %)	число блох в опытах	число зараженных особей (в %)
От 100 до 500	18	88.8	24	91.6	—	—
От 10 тыс. до 50 тыс.	15	100.0	32	87.5	10	70.0
От 100 тыс. до 500 тыс.	17	76.4	26	76.9	8	87.5

¹ Культуру блох мы получили из Среднеазиатского противочумного института и поддерживали на белых мышах.

исходного уровня. Интересен тот факт, что через двое суток бактериальная популяция вновь восстанавливалась, несмотря на то что блохи в течение этого периода были голодными. Это, по-видимому, можно объяснить либо приживанием клеток, способных размножаться в истощенной среде кишечника, либо их проникновением в гемолимфу насекомого. При исследовании блох после их питания титры, как правило, были значительно выше исходных и достигали — 5—10 млн м. к. и более.

Исходя из определения специфичности отношений между переносчиком и возбудителем на основании наличия оптимальных заражающих доз (Алексеев, 1968), мы графически представили максимальное содержание салмонелл в различные периоды титрации блох. Как видно из рис. 2,

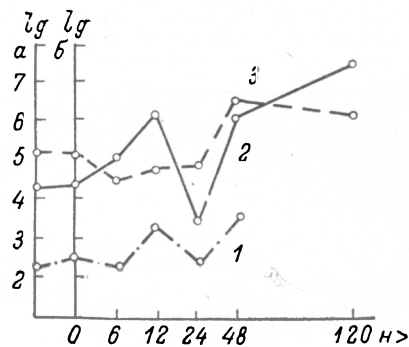


Рис. 1. Содержание салмонелл (в среднем) в блохах через разные промежутки времени после заражения.

По оси абсцисс — время после заражения (в час.); по оси ординат — число микробов: а — расчетное (по стандарту), введенное блохе; б — выделенное из блох. 1 — заражение блох сотнями микробных клеток; 2 — тысячами м. к.; 3 — сотнями тысяч м. к.

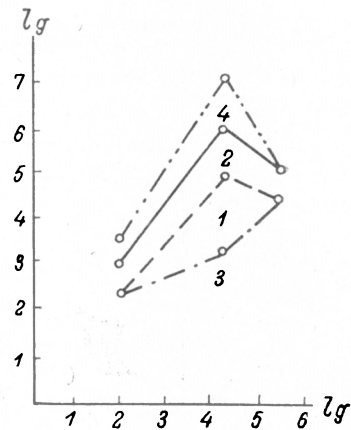


Рис. 2. Максимальное количество салмонелл, выделенное из блох *C. consimilis* через разные периоды времени в зависимости от дозы заражения.

По оси абсцисс — число салмонелл в заражающей дозе; по оси ординат — число салмонелл в блохах. 1 — через 6 час.; 2 — через 12 час.; 3 — через 24 час.; 4 — через 5 и более суток.

налицо оптимальная ($2-10^4$) доза, при которой через 6, 12 часов, 5 и более суток после заражения обнаружено размножение микробов, достигшее максимальной концентрации (рис. 2, 1, 2, 4). Эти данные позволяют нам высказаться в пользу взаимной адаптированности *S. typhimurium* и блох *S. consimilis*. Однако настораживает двувёршинность кривых (рис. 1), количественный же спад микробов через 24 часа возможен за счет качественной перестройки приспособительных механизмов бактерий к условиям существования в организме блох. Это предположение не противоречит возрастанию титра в последующих сроках исследования насекомых.

Несмотря на столь интенсивную концентрацию возбудителя, нам не удалось отметить образования блока в преджелудке блох, хотя и были случаи отказа особей от питания кровью. Кроме того, блохи с темным содержимым в преджелудке и средней кишке часто не могли осуществить кровососания, хотя и делали многократные попытки. Во время прокола кожи хоботком кишечник блох усиленно сокращался, а поступление крови в него не происходило. Некоторые особи вскоре после неудачных попыток кровососания погибали и при посеве из них выделялось множество (до миллиона и более) микробных клеток салмонелл.

Питание на мышах блох, содержащих массивные дозы возбудителя, предполагало возможность инокуляции инфекта, как это происходило в наших опытах с листериями (Гребенюк и др., 1971). Однако передача салмонелл произошла лишь в двух случаях из 13 — через один и девять суток после заражения (табл. 2). Мышь, зараженная при укусе блох,

хранивших салмонелл в течение 9 суток, пала на 10-й день после ее отсадки. При вскрытии печень мыши имела затупленные края, была полнокров-ной и увеличенной. Салмонелл удалось выделить из сердца, печени и почек. РА с поливалентной и монорецепторными ОН сыворотками, а также биохимические свойства выделенных культур соответствовали исходному штамму. Отмечена лишь одна особенность. Субкультуры, полученные из блох, утратили агглютинабельность с рецептором 5, хотя исходный штамм обладал этим свойством. Аналогичная реакция отмечена и у суб-культур, выделенных от мышей; при этом возбудитель не восстанавливал данного свойства, находясь в течение 10 суток в организме животного.

Т а б л и ц а 2
Исследование биопробных мышей после кормления
на них зараженных блох *C. consimilis*

Порядок питания блох на мышях после заража- ющего кормления	Количе- ство суток после заража- ющего кормле- ния	Число микробных клеток, полученное одной блохой при заражении через капилляр			
		20 тыс.		200 тыс.	
		число питав- шихся блох	число заражен- ных мышей к числу биопроб- ных	число питав- шихся блох	число зара- женных мышей к чис- лу биопроб- ных
1-е	0	10	0/1	8	1/1
2-е	2	8	0/1	6	0/1
3-е	5	7	0/1	6	0/1
4-е	8	7	0/1	3	1/1
5-е	10	4	0/1	—	—
6-е	13	6	0/1	—	—
7-е	15	5	0/1	—	—
8-е	18	4	0/1	—	—
Всего за- ражено			0/8		2/5

Первый подкорм блох, зараженных 200 тыс. м. к., производили через сутки после заражения через капилляр, в дальнейшем — через каждые 2—3 дня.

Передача возбудителя мышам блохами через укусы в столь отдаленный срок (на девятые сутки после заражения) позволяет высказать мнение об отсутствии чисто механической инокуляции салмонелл и наличии без-блоковой отрывки. Кроме того, одним из способов передачи салмонелл блохами возможен механизм специфической контаминации, поскольку насекомые способны с экскрементами выделять во внешнюю среду огромное количество инфекта. Как показали наши исследования, одна блоха выделяла с фекалиями от двух десятков до 50 тыс. м. к.; при этом возбу-дитель сохранялся в пробирке (в песке) в течение 10—15 суток после удале-ния из нее зараженной блохи. Отмечено, что инфицированными выделе-ниями блох питаются их личинки. При посеве на питательные среды и введении биопробным животным суспензии из двух проб (по 200 экз.) личинок результаты были положительными. Партию личинок, содержа-щих в своем организме возбудителя, мы отсадили для определения передачи его взрослым насекомым. Посевы и биопробы из выплывшихся 250 блох не дали положительных результатов.

ВЫВОДЫ

1. В условиях индивидуального дозированного кормления и через биомембрану блохи *C. consimilis* воспринимают *S. typhimurium*, дли-тельно (23 дня) сохраняют в своем организме, выделяют возбу-дителя

ля во внешнюю среду и способны передавать здоровым мышам при укусе.

2. Интенсивное размножение микробов при заражении средней дозой ($2 \cdot 10^4$ м. к.) свидетельствует о некоторых специфических чертах взаимной адаптации *S. typhimurium* и блох *C. consimilis*.

3. Феномен заражения личинок инфицированными испражнениями взрослых блох является основанием для дальнейшего изучения трансфазовой передачи салмонелл этими насекомыми.

Л и т е р а т у р а

- А л е к с е е в а А. Н. 1965. Принудительное дозированное кормление насекомых. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 4 : 467—471.
- А л е к с е е в А. Н. 1968. Susceptibility of vectors to the mean doses of pathogenic agents as a criterium of their mutual adaptations. Abstr. of Papers XIII Intern. Congr. of Entomol., М : 7.
- А л е к с е е в А. Н., Б и б и к о в а В. А. и Х р у с ц е л е в с к а я Н. М. 1967. Методика индивидуального дозированного заражения блох микробами чумы. Паразитол., 1 (2) : 176—179.
- А л е к с е е в А. Н., Г р е б е н ю к Р. В., Ч и р о в П. А. и К а д ы ш е в а А. М. 1971. О взаимоотношениях возбудителя лихтериоза (*Listeria monocytogenes*) и кровососущих блох. Паразитол., 5 (2) : 113—118.
- В а щ е н о к В. С., С о л и н а Л. Т., Б а к у л и н а Л. И., В а щ е н о к Г. И., Г у р ь я н о в а Л. И. и Р о г о з и н а М. И. 1971. О способности блох *Xenopsylla cheopis* Roths. сохранять и передавать *Salmonella enteritidis* (Gartner). Паразитол., 5 (1) : 15—19.
- Г р е б е н ю к Р. В., А л е к с е е в А. Н., Ч и р о в П. А. и К а д ы ш е в а А. М. 1971. Блохи как возможные переносчики возбудителя лихтериоза. Пробл. особо опасных болезней. Саратов, 4 (20) : 115—120.
- И о ф ф И. Г. 1941. Вопросы экологии блох в связи с их эпидемиологическим значением. Пятигорск : 3—115.
- И о ф ф И. Г. и П о к р о в с к а я М. П. 1933. О судьбе бацилл сусликового тифа в организме блох. Тр. Всесоюз. инст. сельскохоз. микробиол., 5 : 222—230.
- К а у ф м а н Ф. 1959. Семейство кишечных бактерий. М. : 25—125.
- Х р у с ц е л е в с к а я Н. М., Б и б и к о в а В. А., С т у л и н а В. И. и Ф е д о р о в а В. И. 1971. К способности блох хранить и передавать возбудителя салмонеллеза. Матер. VII научн. конф. противочумных учреждений. Средней Азии и Казахстана, Алма-Ата : 185—187.
- Е с к е у С. R., P r i n c e F. M. a. F u l l e r F. B. 1949. Transmission of *Salmonella enteritidis* by the rat fleas *Xenopsylla cheopis* and *Nosopsylla fasciatus* Public. Health Reports (U. S.), 64 (30) : 933—941.
- I o f f I. G., P o k r o w s k a j a M. P. 1935. Über das Schicksal der Bacillen des Zieseltyphus im Organismus der Flöhe Zeitschr. Hyg. Infectioskr., 116 : 248—272.
- V a r e l a G., O l a r t e J. 1946. A transmission of *Salmonella enteritidis* by *Pulex irritans* and *Ctenocephalides canis*. Science, 104 (2692) : 104—105.

ON ADAPTABILITY OF SALMONELLA TYPHIMURIUM TO THE ORGANISM OF FLEAS (CERATOPHYLLUS CONSIMILIS WAGN.)

R. V. Grebenjuk, P. A. Chirov and A. M. Kadyшева

S U M M A R Y

Tests on the infection of the flea *C. consimilis* with *Salmonella typhimurium* established a long (23 days) preservation period of microbes, their reproduction and transmission to healthy white mice through a bite.
